

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Shinji KOBAYASHI, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: APPARATUS AND METHOD FOR DRYING UNDER REDUCED PRESSURE, AND COATING FILM FORMING APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-204133	July 12, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

James D. Hamilton
Registration No. 28,421



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-204133

[ST.10/C]:

[JP2002-204133]

出 願 人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 3月 4日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3012900

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP023086

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 小林 真二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 北野 高広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 杉本 伸一

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091513

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 俊夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100109863

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 洋美

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034359

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105399

【包括委任状番号】 9708257

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 減圧乾燥装置、塗布膜形成装置及び減圧乾燥方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 塗布液が塗布された基板を減圧雰囲気下に置くことにより塗布液中の溶剤を乾燥させる減圧乾燥装置において、

基板を載置するための基板載置部がその内部に設けられ、当該基板を減圧雰囲気下に置くための気密容器と、

前記基板載置部に載置された基板の表面と隙間を介して対向するように設けられ、基板の有効領域と同じかそれ以上の大きさの整流板と、

前記気密容器内を減圧排気するための減圧排気手段と、

減圧排気の流量を調整するための排気流量調整部と、

この排気流量調整部の流量設定値を出力し、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している間に、少なくとも 2 段階に亘って流量設定値を変える制御部と、を備えたことを特徴とする減圧乾燥装置。

【請求項 2】 制御部は、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している間に、第 1 の流量設定値とこの第 1 の流量設定値よりも流量が大きい第 2 の流量設定値とのうちの一方から他方に流量設定値を変えることを特徴とする請求項 1 記載の減圧乾燥装置。

【請求項 3】 第 1 の流量設定値と第 2 の流量設定値との間で切り替えるタイミングは、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している期間中を第 1 の流量設定値で排気し続けたときまたは第 2 の流量設定値で排気し続けたときよりも塗布膜の周縁部を平坦化できるタイミングであることを特徴とする請求項 2 記載の減圧乾燥装置。

【請求項 4】 制御部は、第 1 の流量設定値と第 2 の流量設定値との間で流量設定値を切り替えるタイミングを形成するタイマーを備えたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の減圧乾燥装置。

【請求項 5】 気密容器内の圧力を検出するための圧力検出部を備え、制御部は圧力検出部の圧力検出値に基づいて第 1 の流量設定値と第 2 の流量設定値との間で流量設定値を切り替えることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の減圧乾燥

装置。

【請求項 6】 制御部は、塗布液の種類毎に、塗布液から溶剤が激しく蒸発している間における流量設定値のパターンに対応するデータを記憶していることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の減圧乾燥装置。

【請求項 7】 制御部は、塗布液の膜厚毎に、塗布液から溶剤が激しく蒸発している間における流量設定値のパターンに対応するデータを記憶していることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の減圧乾燥装置。

【請求項 8】 制御部は、塗布液の種類及び塗布液の膜厚の組み合わせ毎に、塗布液から溶剤が激しく蒸発している間における流量設定値のパターンに対応するデータを記憶していることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の減圧乾燥装置。

【請求項 9】 複数枚の基板を収納したカセットが搬入されるカセット載置部と、

基板に塗布液を塗布する塗布ユニットと、

この塗布ユニットにて塗布液が塗布された基板が搬入される請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の減圧乾燥装置と、

前記カセット載置部に載置されたカセットから基板を取り出して前記塗布ユニットに搬送し、塗布液が塗布された基板を減圧乾燥装置に搬送するための手段と、を備えたことを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項 10】 塗布液が塗布された基板を減圧雰囲気下に置くことにより塗布液中の溶剤を乾燥させる減圧乾燥方法において、

基板を気密容器の内部に設けられた基板載置部に載置する工程と、

次いで基板載置部に載置された基板の表面と隙間を介して対向するように整流板を位置させる工程と、

続いて気密容器内を、前記塗布液から激しく溶剤成分が蒸発する圧力まで減圧排気する工程と、

その後、前記塗布液から激しく溶剤成分が蒸発している間に、少なくとも 2 段階に亘って流量設定値を変える工程と、を備えたことを特徴とする減圧乾燥方法。

【請求項 1 1】 前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している間に少なくとも 2 段階に亘って流量設定値を変える工程は、第 1 の流量設定値とこの第 1 の流量設定値よりも流量が大きい第 2 の流量設定値とのうちの一方から他方に流量設定値を変える工程であることを特徴とする請求項 1 0 記載の減圧乾燥装置。

【請求項 1 2】 第 1 の流量設定値と第 2 の流量設定値との間で切り替えるタイミングは、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している期間中を第 1 の流量設定値で排気し続けたときまたは第 2 の流量設定値で排気し続けたときよりも塗布膜の周縁部を平坦化できるタイミングであることを特徴とする請求項 1 1 記載の減圧乾燥方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばレジスト等の塗布液が表面に塗布された基板を減圧雰囲気下で乾燥処理する減圧乾燥装置、この減圧装置を用いた塗布膜形成装置及び減圧乾燥方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

フォトリソグラフィに用いられるレジスト膜の形成方法としては、基板を回転させながらレジスト液を塗布するスピンコーティング法が一般的であるが、最近においてノズルにより一筆書きの要領でレジスト液を塗布する方法が開発されつつある。このような塗布方法に使用されるレジスト液においては、レジスト成分を溶解する溶剤として通常揮発性の低い溶剤例えば高沸点シンナーが用いられ、この場合レジスト液を塗布した後、当該レジスト液を短時間で乾燥させるためには減圧乾燥を行うことが得策である。

【0 0 0 3】

このため本発明者は例えば図 1 0 に示す減圧乾燥ユニットを検討している。この減圧乾燥ユニットは、蓋体 1 0 及び載置部 1 1 にて構成される密閉容器 1 を備え、当該蓋体 1 0 の天井部には排気口 1 2 が設けられている。この排気口 1 2 は圧力調整部である圧力調整バルブ 1 3 を介して真空ポンプ 1 4 と配管 1 5 で接続

されており、密閉容器 1 の内部が所定の圧力まで減圧することができるようになっている。更に密閉容器 1 の内部には、塗布液からの蒸発成分がウェハ W 表面において均一な排気流を形成するように整流板 1 6 が昇降可能に設けられている。

【 0 0 0 4 】

このような減圧乾燥ユニットにおいて、レジスト液が塗布されたウェハ W は載置部 1 1 に載置され、このウェハ W と対向するように整流板 1 6 が所定の高さ位置に設定される。次いで載置部 1 1 に設けられた図示しない温度調整手段にてウェハ W の温度を調整すると共に真空ポンプ 1 4 を作動させて減圧排気が行われ、このとき図 1 1 の圧力曲線の領域 A に示すように、密閉容器 1 内の圧力が急速に低下する。しかる後、圧力が溶剤の蒸気圧近くになると溶剤の蒸発が始まり、領域 B に示すように当該蒸気圧付近で緩やかに圧力が低下する。そして溶剤の殆どが蒸発し終わると、領域 C に示すように再度圧力が急速に低下し、所定の圧力になったときに真空ポンプ 1 4 を停止して減圧乾燥処理が終了する。前記圧力曲線は溶剤の種類、レジスト液の塗布量、レジスト液中のレジスト成分の濃度、乾燥時の温度、排気流量によって様々な大きさに変化する。

【 0 0 0 5 】

ところで乾燥前のウェハ W 表面上の塗布液膜 R の状態は、例えば図 1 2 (a) に示すように、ウェハ W の周縁領域（周縁から例えば 2 0 m m 程度内側の領域）において、塗布液自体の表面張力により角が丸くなっている。そのためこれを補正する整流板 1 6 がウェハ W 表面と対向するようにして設けられており、塗布液膜 R から蒸発した溶剤成分が整流板 1 6 とウェハ W 表面との隙間を外方向に向かって流れるように構成されている。そして当該気流が塗布液膜 R を外方向に向かって押し広げることにより、液を外周に流動させて平坦化が図られる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述のような減圧乾燥手法においては、前記補正の重要なパラメータは乾燥時間（領域 B の時間）であり、減圧排気時の排気流量を大きくすると溶剤の蒸発が盛んになされるので領域 B の時間が短くなるが、塗布液膜 R の形状が補正される前に溶剤が蒸発して、図 1 2 (b) に示すように周縁部に丸みが

残ったまま乾燥が終了し、結果として周縁から 3 0 m m 程度に至るまでの領域において膜厚が外側に向かうほど小さくなりかつ周縁にかなり近い部位にて鋭く盛り上がっている状態になる。これに対して排気流量を小さく設定して領域 B の時間を長くすると、塗布液膜の膜厚について面内均一が高くなるポイントを通り過ぎて図 1 2 (c) に示すように周縁から 5 m m 程度の部位が盛り上がってしまう場合があり、更にはスループットが低下する懸念がある。

【 0 0 0 7 】

一方密閉容器 1 内の圧力制御については、領域 B における圧力変化が例えば 2 6 . 6 P a (0 . 2 T o r r) と僅かであることから、圧力調整バルブ 1 3 のバルブ開度を操作して密閉容器 1 内の圧力をコントロールするのは難しく、そのため溶剤が激しく蒸発している間は圧力調整バルブ 1 3 を全開の状態としていた。従って排気流量は真空ポンプ 1 4 の能力により決まってしまう、乾燥時間の調整（領域 B の時間調整）は溶剤の種類を選択して行っていたので、結果として減圧乾燥のパラメータの調整（条件出し）が難しく、膜厚について面内均一性の高い塗布膜を得ることが困難であった。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、基板に塗布された塗布液を減圧乾燥させて塗布膜を得るにあたり、乾燥時間の調整が容易で、膜厚について高い面内均一性が得られる減圧乾燥装置及び減圧乾燥方法を提供することにある。本発明の他の目的は、この減圧乾燥装置を組み込むことにより、膜厚について高い面内均一性が得られる塗布膜形成装置を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明の減圧乾燥装置は、塗布液が塗布された基板を減圧雰囲気下に置くことにより塗布液中の溶剤を乾燥させる減圧乾燥装置において、

基板を載置するための基板載置部がその内部に設けられ、当該基板を減圧雰囲気下に置くための気密容器と、

前記基板載置部に載置された基板の表面と隙間を介して対向するように設けら

れ、基板の有効領域と同じかそれ以上の大きさの整流板と、

前記気密容器内を減圧排気するための減圧排気手段と、

減圧排気の流量を調整するための排気流量調整部と、

この排気流量調整部の流量設定値を出力し、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している間に、少なくとも２段階に亘って流量設定値を変える制御部と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

ここで溶剤成分が激しく蒸発している間とは、気密容器内を減圧していったときに減圧排気手段による排気と溶剤の蒸発とがバランスして気密容器内が溶剤の蒸気圧あるいはそれに近い蒸気圧になった状態であり、例えば溶剤の沸点に至るよりも少し高い圧力である。整流板の大きさに関し、基板の有効領域とは基板上の塗布膜が活用される領域であり、例えば半導体ウエハ、液晶ディスプレイガラス基板における半導体デバイスの形成領域をいう。

【 0 0 1 1 】

制御部による少なくとも２段階に亘って流量設定値を変える態様は、例えば第１の流量設定値とこの第１の流量設定値よりも流量が大きい第２の流量設定値とのうちの一方から他方に流量設定値を変えることが挙げられる。この場合第１の流量設定値と第２の流量設定値との間で切り替えるタイミングは、前記塗布液から溶剤が激しく蒸発している期間中を第１の流量設定値で排気し続けたときまたは第２の流量設定値で排気し続けたときよりも塗布膜の周縁部を平坦化できるタイミングである。この発明において制御部は、第１の流量設定値と第２の流量設定値との間で流量設定値を切り替えるタイミングを形成するタイマーを備えた構成とすることができる。また気密容器内の圧力を検出するための圧力検出部を備え、制御部は圧力検出部の圧力検出値に基づいて第１の流量設定値と第２の流量設定値との間で流量設定値を切り替えるようにしてもよい。更に制御部は、塗布液の種類毎に、または塗布液の膜厚毎に、あるいは塗布液の種類及び塗布液の膜厚の組み合わせ毎に、塗布液から溶剤が激しく蒸発している間における流量設定値のパターンに対応するデータを記憶している構成でもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の減圧乾燥装置によれば、次のような効果がある。塗布膜の周縁部の断面形状は乾燥時間により左右され、長すぎても短すぎても断面形状の平坦性が悪くなるが、塗布液中の溶剤成分が激しく蒸発している間において排気流量を少なくとも2段階に亘って流量設定値を変えるようにすれば、溶剤を早い速度で蒸発させる段階と溶剤を遅い速度で蒸発させる段階とを組み合わせることができるので、基板の周縁部における塗布膜の平坦化を図ることのできる排気流量パターンを容易に設定することができる。

【 0 0 1 3 】

他の発明は、塗布膜を基板上に形成するための装置において、
複数枚の基板を収納したカセットが搬入されるカセット載置部と、
基板に塗布液を塗布する塗布ユニットと、

この塗布ユニットにて塗布液が塗布された基板が搬入される請求項1ないし8
のいずれかに記載の減圧乾燥装置と、

前記カセット載置部に載置されたカセットから基板を取り出して前記塗布ユニットに搬送し、塗布液が塗布された基板を減圧乾燥装置に搬送するための手段と、
を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

更に他の発明は、塗布液が塗布された基板を減圧雰囲気下に置くことにより塗布液中の溶剤を乾燥させる減圧乾燥方法において、

基板を気密容器の内部に設けられた基板載置部に載置する工程と、

次いで基板載置部に載置された基板の表面と隙間を介して対向するように整流板を位置させる工程と、

続いて気密容器内を、前記塗布液から激しく溶剤成分が蒸発する圧力まで減圧排気する工程と、

その後、前記塗布液から激しく溶剤成分が蒸発している間に、少なくとも2段階に亘って流量設定値を変える工程と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

先ず本発明の減圧乾燥装置を説明する前に、当該減圧乾燥装置が組み込まれた

塗布膜形成装置である塗布・現像装置の一例の構成について図 1 及び図 2 を参照しながら簡単に説明する。図中 B 1 は基板であるウエハ W が例えば 1 3 枚密閉収納されたカセット C を搬入出するためのカセット載置部であり、カセット C を複数個載置可能な載置部 2 0 a を備えたカセットステーション 2 0 と、このカセットステーション 2 0 から見て前方の壁面に設けられる開閉部 2 1 と、開閉部 2 1 を介してカセット C からウエハ W を取り出すための受け渡し手段 A 1 とが設けられている。

【 0 0 1 6 】

カセット載置部 B 1 の奥側には筐体 2 2 にて周囲を囲まれる処理部 B 2 が接続されており、この処理部 B 2 には手前側から順に加熱・冷却系のユニットを多段化した棚ユニット U 1, U 2, U 3 と、後述する塗布・現像ユニットを含む各処理ユニット間のウエハ W の受け渡しを行う主搬送手段 A 2, A 3 とが交互に配列して設けられている。即ち、棚ユニット U 1, U 2, U 3 及び主搬送手段 A 2, A 3 はカセット載置部 B 1 側から見て前後一列に配列されると共に、各々の接続部位には図示しないウエハ搬送用の開口部が形成されており、ウエハ W は処理部 B 1 内を一端側の棚ユニット U 1 から他端側の棚ユニット U 3 まで自由に移動できるようになっている。また主搬送手段 A 2, A 3 は、カセット載置部 B 1 から見て前後方向に配置される棚ユニット U 1, U 2, U 3 側の一面部と、後述する例えば右側の液処理ユニット U 4, U 5 側の一面部と、左側の一面をなす背面部とで構成される区画壁 2 3 により囲まれる空間内に置かれている。また図中 2 4, 2 5 は各ユニットで用いられる処理液の温度調節装置や温湿度調節用のダクト等を備えた温湿度調節ユニットである。

【 0 0 1 7 】

液処理ユニット U 4, U 5 は、例えば図 2 に示すように塗布液（レジスト液）や現像液といった薬液供給用のスペースをなす収納部 2 6 の上に、塗布ユニット（COT）3、現像ユニット DEV 及び反射防止膜形成ユニット BARC 等を複数段例えば 5 段に積層した構成とされている。また既述の棚ユニット U 1, U 2, U 3 は、液処理ユニット U 4, U 5 にて行われる処理の前処理及び後処理を行うための各種ユニットを複数段例えば 1 0 段に積層した構成とされており、その

組み合わせは塗布ユニット 3 にて表面に塗布液が塗られたウエハ W を減圧雰囲気下で乾燥し、当該塗布液中に含まれる溶剤を蒸発させるための減圧乾燥装置、ウエハ W を加熱（バーク）する加熱ユニット、ウエハ W を冷却する冷却ユニット等が含まれる。

【 0 0 1 8 】

処理部 B 2 における棚ユニット U 3 の奥側には、例えば第 1 の搬送室 2 7 及び第 2 の搬送室 2 8 からなるインターフェイス部 B 3 を介して露光部 B 4 が接続されている。インターフェイス部 B 3 の内部には処理部 B 2 と露光部 B 4 との間でウエハ W の受け渡しを行うための 2 つの受け渡し手段 A 4、A 5 の他、棚ユニット U 6 及びバッファカセット C 0 が設けられている。

【 0 0 1 9 】

この装置におけるウエハの流れについて一例を示すと、先ず外部からウエハ W の収納されたカセット C が載置台 2 0 に載置されると、開閉部 2 1 と共にカセット C の蓋体が外されて受け渡し手段 A R 1 によりウエハ W が取り出される。そしてウエハ W は棚ユニット U 1 の一段をなす受け渡しユニット（図示せず）を介して主搬送手段 A 2 へと受け渡され、棚ユニット U 1 ～ U 3 内の一の棚にて、塗布処理の前処理として例えば反射防止膜形成処理、冷却処理が行われ、しかる後塗布ユニット 3 にてレジスト液が塗布される。次いで本発明の減圧乾燥装置にて減圧乾燥がなされウエハ W 表面にレジスト膜が形成されると、ウエハ W は棚ユニット U 1 ～ U 3 の一の棚をなす加熱ユニットで加熱（バーク処理）され、更に冷却された後棚ユニット U 3 の受け渡しユニットを経由してインターフェイス部 B 3 へと搬入される。このインターフェイス部 B 3 においてウエハ W は例えば受け渡し手段 A 4 → 棚ユニット U 6 → 受け渡し手段 A 5 という経路で露光部 B 4 へ搬送され、露光が行われる。露光後、ウエハ W は逆の経路で主搬送手段 A 2 まで搬送され、現像ユニット D E V にて現像されることでレジストマスクが形成される。しかる後ウエハ W は載置台 2 0 上の元のカセット C へと戻される。

【 0 0 2 0 】

ここで本発明に係る減圧乾燥装置の前段にある上述の塗布ユニット 3 において、例えばレジスト成分と溶剤とを混ぜ合わせて成る塗布液（レジスト液）R をウ

ェハW表面に塗布する手法について図3を用いて簡単に説明する。塗布ユニットの基板処理空間内において、図示しない基板保持部により水平に保持されたウェハWの表面側に対向するように設定された塗布液Rの供給ノズル30を一方向（図中X方向）に往復させながら塗布液をウェハWに供給する。この場合予定とする塗布領域外に塗布液Rが供給されないようにプレート31が設けられている。また供給ノズル30が基板の一端面から他端面に移動すると、そのタイミングに合わせて図示しない移動機構によりウェハWがそれに交差する方向に間欠送りされる。このような動作を繰り返すことにより、いわゆる一筆書きの要領で塗布液RがウェハWに塗布される。

【0021】

続いて本発明に係る減圧乾燥装置の実施の形態について図4を用いて説明する。この減圧乾燥装置は気密容器40を備えており、この気密容器40内には塗布液が塗布されたウェハWを載置するための基板載置部である載置台4が設けられている。更に載置台4には、載置したウェハWの温度を調節するための温度調整部41例えばペルチェ素子からなる冷却部が埋設されていて、載置台4と温度調整部41とにより温調プレートが構成されている。なお詳しくはウェハWが載置台4の表面から僅かな隙間、例えば0.1mm程度浮いた状態で載置されるようにウェハWの裏面側の周縁に対応する位置に基板保持用の突起部42が設けられている。また載置台4には、ウェハWを搬入出する際にウェハWの裏面を下方から支持して昇降するように基板支持ピン43が、載置台4を上下方向に貫通し、ベース体44を介して昇降機構44aにより突没自在に設けられており、ウェハWは例えば前記した搬送アームMAと基板支持ピン43との協働作用により載置台4に載置される構成である。

【0022】

載置台4の上方側には、蓋体5が図示しない蓋体昇降機構により昇降自在に設けられている。この蓋体5はウェハWの搬入出時には上昇し、減圧乾燥を行う時には下降して、蓋体5と載置台4とにより気密容器40を形成する。また蓋体5の天井部には中心付近に排気口51が設けられ、この排気口51は例えば排気管からなる排気路52を介して真空排気手段である真空ポンプ53と接続されてい

る。そして排気路 5 2 の途中には、気密容器 4 0 側から順に、圧力検出部 5 4、流量検出部 5 5、流量調整部 5 6 例えば流量調整バルブ及びメインバルブ 5 7 が設けられている。

【 0 0 2 3 】

図 4 には排気流量を制御するための制御系が記載され、図中 6 1 はコントローラであり、設定値出力部を兼用するコンピュータ 6 2 から出力される流量設定値と流量検出部 5 5 の流量検出値とに基づいて所定の演算を行うことにより流量調整部 5 6 の調整制御信号例えばバルブの開度信号を出力する。

【 0 0 2 4 】

コンピュータ 6 2 は、例えばレジスト液の種類とレジスト液の膜厚毎に排気流量の設定値を記憶している。この例では、レジスト液の種類が決まると溶剤の種類及びレジスト成分の濃度が決まり、更にレジスト液の膜厚が決まると、溶剤の量が決まってくるため、溶剤の種類と溶剤の量とに応じてレジスト膜の膜厚の面内均一性が良好になる排気流量の設定値を決めるようにしている。

【 0 0 2 5 】

排気流量の設定値は例えば後述する図 6 (a) に示すように時間に対する設定値の時系列データとして記憶されており、後で詳述するが、気密容器 4 0 内が大気圧からレジスト液膜中の溶剤が激しく蒸発し始めるまでの間は設定値 Q_0 、レジスト液膜中の溶剤が激しく蒸発している間は低排気流量である第 1 の設定値 Q_1 を出力し次いで Q_1 よりも大きい高排気流量である第 2 の設定値 Q_2 を出力するように決められている。 Q_0 から Q_1 への切り替えは例えば圧力検出部 5 4 の圧力検出値に基づいて行われ、 Q_1 から Q_2 への切り替えは例えば Q_1 を出力した時点（圧力検出値が図 6 (b) に示す圧力 P_1 になった時点）から予め設定した時間が経過した後行われる。この例ではコンピュータ 6 2 及びコントローラ 6 1 により制御部が構成されている。

【 0 0 2 6 】

また載置台 4 の上方側には、ウェハ W の表面と対向するようにウェハ W の有効領域と同じかそれよりも大きい整流板 7 が設けられている。ウェハ W の有効領域とは、ウェハ W 上の塗布膜が活用される領域であり、この場合半導体デバイスの

形成領域をいう。本例では整流板 7 はウエハ W よりも少し大きい円形状に形成されている。この整流板 7 は、その周縁部を例えば 3 ヶ所で支持部材 7 1 により支持されており、これら支持部材 7 1 は載置台 4 を貫通し、昇降ベース 7 2 を介して昇降機構 7 4 により高さ調整ができるように構成されている。なお 4 5 および 7 3 は基板支持ピン 4 3 および支持部材 7 1 の貫通孔を介して気密容器 4 0 内の減圧状態が破られないようにするためのペローズである。なお前記制御部 6 は昇降機構 4 4 a、7 4、温度調整部 4 1 の動作を制御する機能を有する。

【 0 0 2 7 】

続いて本発明の作用について図 5 および図 6 を参照しながら説明する。図 5 は減圧乾燥処理の流れを示すフローチャートであり、図 6 は排気流量の設定値と気密容器 4 0 内の圧力を示す説明図である。先ず蓋体 5 が上昇した状態で例えば 8 インチサイズのウエハ W が搬送アーム MA により搬入され、更に基板支持ピン 4 3 との協働作用により載置台 4 に載置される。このウエハはレジスト成分を溶剤に溶解した塗布液であるレジスト液が図 3 記載の塗布手法にて例えば液厚 0. 0 3 m m 程度に塗布されている。

【 0 0 2 8 】

次いで蓋体 5 が下降してウエハ W の周囲を囲む気密容器 4 0 が形成される。続いて整流板 6 が下降して、整流板 6 下面がウエハ W 表面から例えば 1 ～ 5 m m 離れた高さ位置に設定される。このとき温度調整部 4 1 によりウエハ W の温度が所定の温度例えば 1 8 ℃ に設定される。そして時刻 t 1 にてメインバルブ 5 7 が開いて減圧排気が開始される（ステップ S 1）。一方コンピュータ 6 2 は、例えばオペレータによるプロセスレシピの選択に基づいて、そのレシピに対応する排気流量の設定値パターンが選択される。プロセスレシピを選択するとレジスト液の種類及び塗布ユニット 3 で塗布されるレジスト液の膜厚が決まるので、これらに対応する排気流量の設定値が決まることになる。

【 0 0 2 9 】

この例では、コンピュータ 6 2 から出力される排気流量の設定値は Q 0、例えば 1 0 0 リットル／分であり、この設定値 Q 0 に基づいて流量調整部 5 5 の開度が調整され、図 6（b）に示すように気密容器 4 0 内の圧力が急速に低下する。

コンピュータ 6 2 は圧力検出値 5 4 からの圧力検出値に基づいて気密容器 4 0 内の圧力を監視し、圧力が P_1 以下になったか否か判断する（ステップ S 2）。この圧力 P_1 は、例えば塗布液中の溶剤の蒸気圧よりもわずかに高い圧力、即ち溶剤が沸騰する少し手前の状態となる圧力であり、そのため当該溶剤が激しく蒸発し始める。気密容器 4 0 内はウェハ W の温度で決まる溶剤の蒸気圧まで下げて沸騰状態にしてもよいが、レジスト膜の荒れを回避するためには沸騰に至る少し手前の状態が好ましい。溶剤が激しく蒸発する圧力の値は、例えばおよそ 1. 3 3 k P a (1 T o r r) 前後である。なお大気圧から圧力 P_1 まで減圧する工程は圧力制御で行ってもよい。

【 0 0 3 0 】

圧力検出部 5 4 の圧力が P_1 以下になったとき（時刻 t_2 ）にコンピュータ 6 2 は排気流量の設定値を Q_0 から第 1 の設定値 Q_1 に変更する（ステップ S 3）。この第 1 の設定値 Q_1 に設定すると排気流量は低排気流量である 2 0 0 リットル／分になる。そしてウェハ W の表面からは溶剤が激しく蒸発し、この溶剤蒸気がウェハ W の表面と整流板 6 との僅かな隙間を外側方向に向かって流れる。図 7 はウェハ W 上のレジスト液の液膜から溶剤が蒸発してレジスト成分が残ってレジスト膜が形成されるとき、の周縁部の表面形状を模式的に示す図であり、時刻 t_2 の時点では既に図 1 2 (a) にて説明したが、1 0 1 の符号で示すようにウェハ W の周縁から 3 0 m m 程度の部位は表面張力で丸まった状態にある。溶剤蒸気が外側に向かって流れるにつれて、溶剤はウェハ W の表面上を周縁に向かって流動し、周縁部が徐々に盛り上がっていく。このまま低排気流量で排気し続けると、既述のように図 1 2 (c) に示す如く周縁から 5 m m 程度の部位が盛り上がった形状になってしまう。そこで図 7 の符号 1 0 1 に示すように周縁部の液面がある程度盛り上がった時点で排気流量を多くする。この切り替えのタイミングは例えば時間で管理しており、圧力が P_1 以下になった時点からコンピュータ 6 2 内に設けられた図示しないタイマーを駆動し、予め設定した時間 t_s が経過したか否か判断し（ステップ S 4）、時間 t_s が経過した時刻 t_3 にて、図 6 に示すように流量設定値を第 2 の設定値である Q_2 に切り替えて高排気流量例えば 5 0 0 リットル／分の排気流量で排気する（ステップ S 5）。

【 0 0 3 1 】

溶剤の量が多いときには、高排気流量で排気し続けると既述のように図 1 2 (b) に示す如く周縁部が丸まりかつ周縁付近が大きく切り立つ形状になるが、既に低排気流量で排気して溶剤の量が少なくなっているため液の流動は小さく、このため図 7 の符号 1 0 3 に示すように、ほぼ点線 1 0 2 の表面形状のまま溶剤が蒸発して乾燥する。

【 0 0 3 2 】

時刻 t_4 には溶剤の殆どが蒸発し、これ以降は気密容器 4 0 内に残存する溶剤蒸気及び空気が排気されて圧力が急速に低下し始めるが、この圧力の下降段階においても、レジスト膜中に残っているわずかな溶剤が蒸発する。コンピュータ 6 2 は排気流量の設定値として第 2 の設定値 Q_2 を出力した後、圧力検出値を監視しており、圧力が P_2 以下になったか否かを判断し (ステップ S 6) 、 P_2 以下になったときにメインバルブ 5 7 を閉じて減圧排気を停止し (ステップ S 7) 、図示しない給気手段によりパージ用の気体例えば窒素等の不活性ガスを供給して気密容器 4 0 内を大気圧に復帰させる (ステップ S 8) 。なお圧力 P_2 はレジスト膜中の溶剤がほぼ完全に蒸発されたときの圧力に相当する大きさである。気密容器 4 0 内が大気圧に復帰した後、蓋体 5 が開いてウエハ W が載置台 4 から搬出される。

【 0 0 3 3 】

排気流量の設定値を Q_0 から Q_1 に切り替えるタイミングは上述の例では圧力検出値が圧力 P_1 に相当する圧力になった時点としているが、減圧排気を開始した時点から予め設定した時間が経過した時点としてもよい。また気密容器 4 0 内が圧力 P_1 まで減圧された後、溶剤が激しく蒸発する期間中は圧力が僅かではあるが徐々に低くなっていくので、排気流量の設定値を第 1 の流量設定値 Q_1 から第 2 の流量設定値 Q_2 に切り替えるタイミングは、圧力検出値に基づいて行うようにしてもよい。この Q_1 から Q_2 への切り替えのタイミングについては、レジスト液の種類 (例えば溶剤の種類、レジスト成分の濃度) 及び塗布液の膜厚毎に予め実験を行って、膜厚について高い面内均一性が得られるタイミングを見つけて設定することができる。

【 0 0 3 4 】

更にまたレジスト膜がほぼ完全に乾燥した時点の判断は、圧力検出値に基づいて行う代わりに時間で管理してもよく、例えば減圧排気を開始した時点からあるいは圧力がP 1 になった時点から予め設定した時間が経過したことを認識して行うようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

上述の実施の形態によれば、塗布液中の溶剤成分が激しく蒸発している間において、溶剤を含み塗布液膜に流動性がある状態にあるときに、低排気流量で排気することにより、塗布液膜の形状（表面張力による周縁部の丸み）を補正することができる。次いで高排気流量にて排気することにより、溶剤成分の蒸発がより盛んに行われるが、既に溶剤がある程度蒸発して塗布液膜の流動性が少なくなっているので補正した形状を維持したままあるいはその形状に近い状態で残りの溶剤を短時間で蒸発させることができる。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態と排気流量を一定とした手法との比較説明を行うと、排気流量を一定として例えばある目標膜厚のレジスト膜を得るためにレジスト液の厚さについて適切な乾燥時間が見いだされているとした場合、レジスト膜の目標膜厚を2 倍にするために2 倍の厚さのレジスト液を形成しようとしたときは、2 倍量の塗布液をウエハW 表面に塗布しなくてはならない。この場合、単純に乾燥時間が2 倍になり補正される時間が長くなって周縁部が盛り上がってしまう。そこで排気流量を大きくすると乾燥時間は短くなるが、補正される前に乾燥してしまう。これに対して本実施の形態は低排気流量および高排気流量の流量設定を組み合わせることにより、ウエハW 表面に面内均一なレジスト膜を形成することができ、かつ短時間で例えば元の目標膜厚に対応する乾燥時間の1. 3 倍程度の乾燥時間でレジスト液を減圧乾燥処理を行うことができ、短時間で減圧乾燥を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

本発明においては、低排気流量から高排気流量の順に変化させる構成に限られず、高排気流量から低排気流量の順に変化させるようにしてもよい。図8 は気密

容器 4 0 内が前記圧力 P 1 以下になった時点で排気流量の設定値をの一例を示している。この場合図 9 の 1 0 1 の符号で示すように先ずウエハ W の周縁は表面張力で丸まった状態にあり、高排気流量で排気されると溶剤はウエハ W の表面上を早い速度で周縁に向かって流動し、図 9 の符号 1 0 4 で示すように周縁部が外に向かうにつれて一旦下がった後盛り上がりとうとする。このまま高排気流量で排気し続けると、既述のように図 1 2 (b) に示す形状になってしまうが、途中で低排気流量に切り替えることにより、図 9 の符号 1 0 5 に示すように、ほぼ点線 1 0 4 の表面形状のまま溶剤が蒸発して乾燥する。即ち溶剤の量が多いときには、低排気流量で排気し続けると既述のように図 1 2 (c) に示す如く周縁部が丸まった形状になるが、既に高排気流量で排気して溶剤の量が少なくなっているので液の流動は小さく、このため補正された形状のままあるいはその形状に近い状態で乾燥する。

【 0 0 3 8 】

本発明ではこのように低排気流量と高排気流量とのうちのいずれを先に設定してもよいが、図 6 に示すように初めに低排気流量に設定し、その後高排気流量に設定する方が、液が多く流動性の大きい段階で表面形状を補正できるので排気流量を切り替えるタイミングを容易に見つけることができる点で有利である。本発明では少なくとも 2 段階に亘って流量設定値を変えるようにすればよく、大きさの互いに異なる流量設定値を 3 個用意して 3 段階に亘って変えるようにしてもよいし、設定値を階段状に切り替える代わりに徐々に設定値を大きくあるいは小さく変えるようにしてもよい。更に本発明は、被処理基板に半導体ウエハ以外の基板、例えば L C D 基板、フォトマスク用レチクル基板の減圧乾燥処理にも適用できる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

塗布膜の周縁部の断面形状は乾燥時間により左右され、長すぎても短すぎても断面形状の平坦性が悪くなるが、本発明では塗布液中の溶剤成分が激しく蒸発している間において、溶剤を早い速度で蒸発させる段階と溶剤を遅い速度で蒸発させる段階とを組み合わせることで基板の周縁部における塗布膜の断面形状を補正するよ

うにしているため、塗布膜の平坦化を図ることのできる排気流量パターンを容易に設定することができる。このため基板の表面において面内均一な塗布膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る減圧乾燥装置を組み込んだ塗布、現像装置の一例を示す平面図である。

【図 2】

本発明に係る減圧乾燥装置を組み込んだ塗布、現像装置の一例を示す斜視図である。

【図 3】

減圧乾燥処理の対象となる塗布液膜を形成する様子を示す説明図である。

【図 4】

本発明の実施の形態に係る減圧乾燥装置を示す縦断面図である。

【図 5】

上記の減圧乾燥装置の減圧乾燥の工程を示すフローチャートである。

【図 6】

上記の減圧乾燥装置における排気流量の設定値と圧力の状態の一例を示す説明図である。

【図 7】

上記の減圧乾燥装置にて減圧乾燥された塗布膜の形状の一例を示す説明図である。

【図 8】

上記の減圧乾燥装置における排気流量の設定値の他の例を示す説明図である。

【図 9】

上記の減圧乾燥装置にて減圧乾燥された塗布膜の形状の他の例を示す説明図である。

【図 10】

従来の減圧乾燥装置を示す縦断面図である。

【図 1 1】

従来の減圧乾燥装置における減圧乾燥時の圧力の状態を示す説明図である。

【図 1 2】

基板の表面の塗布液の形状を示す説明図である。

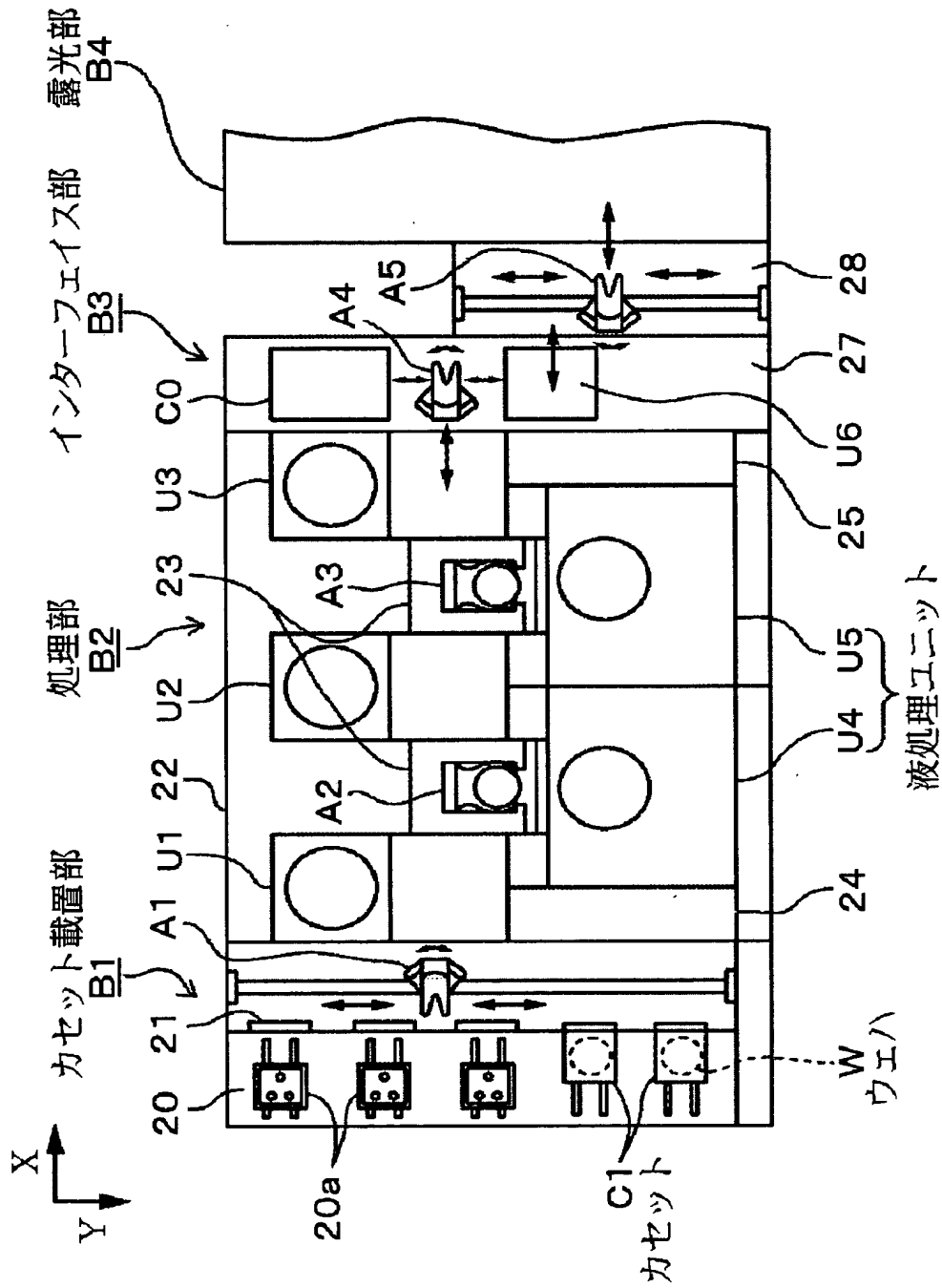
【符号の説明】

W	ウェハ
4	載置台
4 0	気密容器
4 1	温度調整部
5	蓋体
5 2	排気路
5 4	圧力検出部
5 5	流量検出部
5 6	流量調整部
6	制御部
6 1	コントローラ
6 2	コンピュータ
7	整流板
7 4	昇降手段

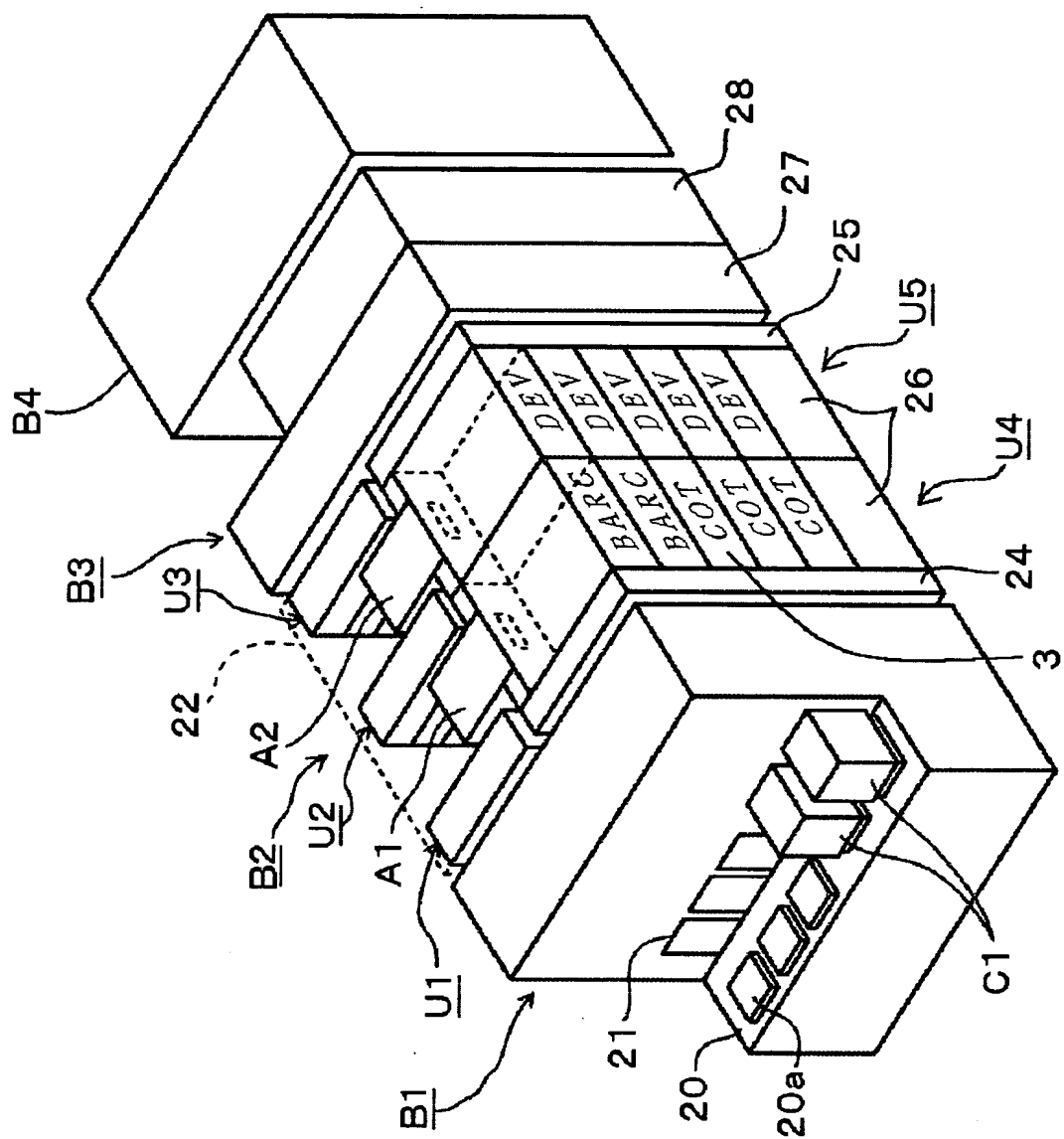
【書類名】

図面

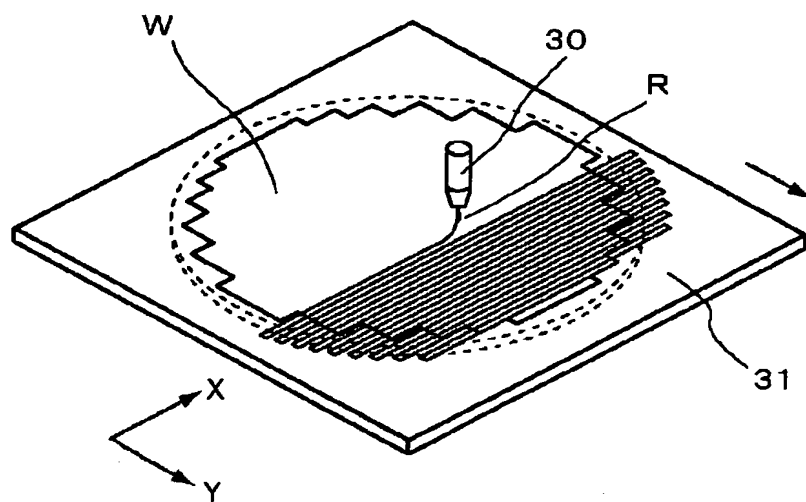
【図1】



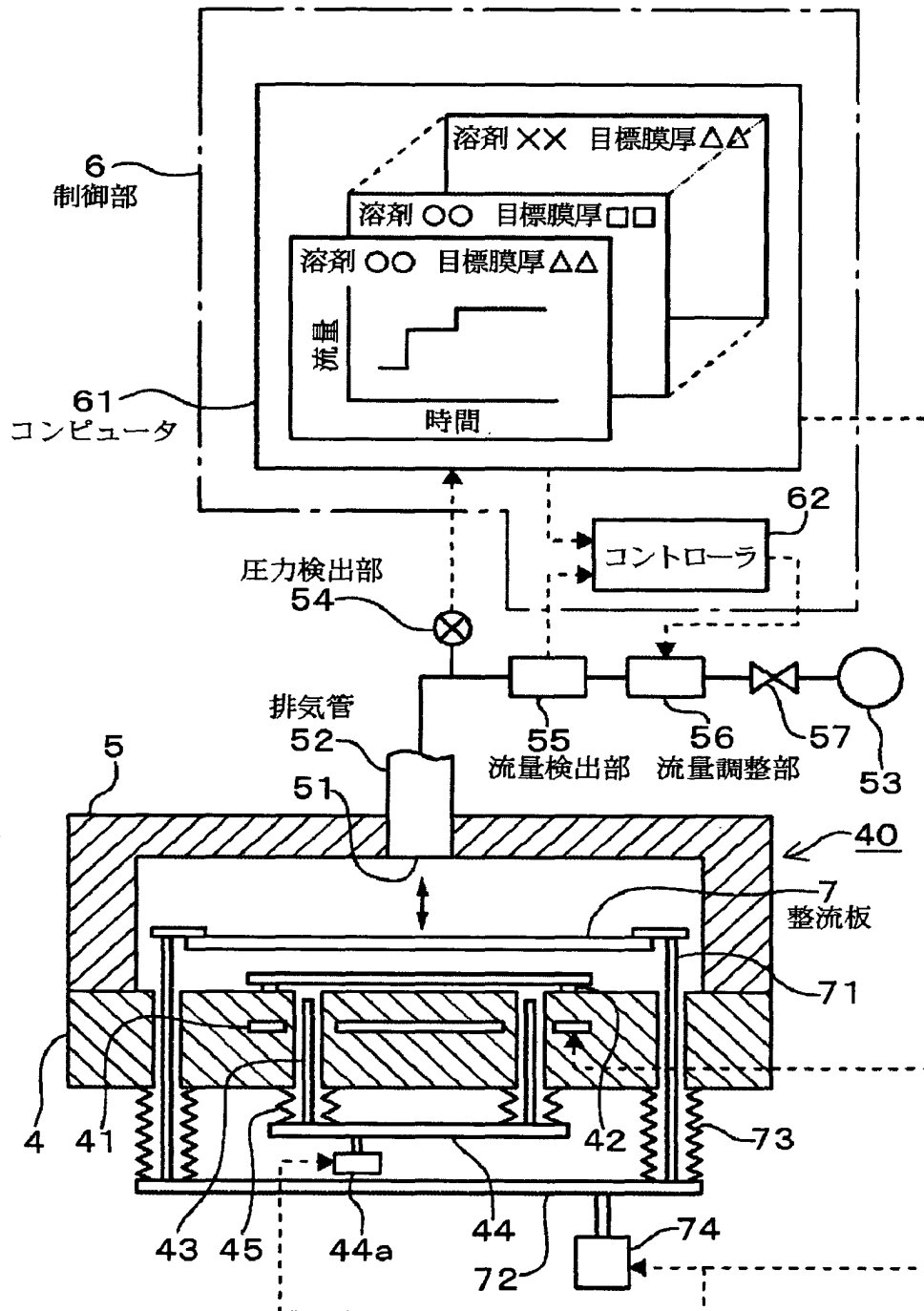
【図 2】



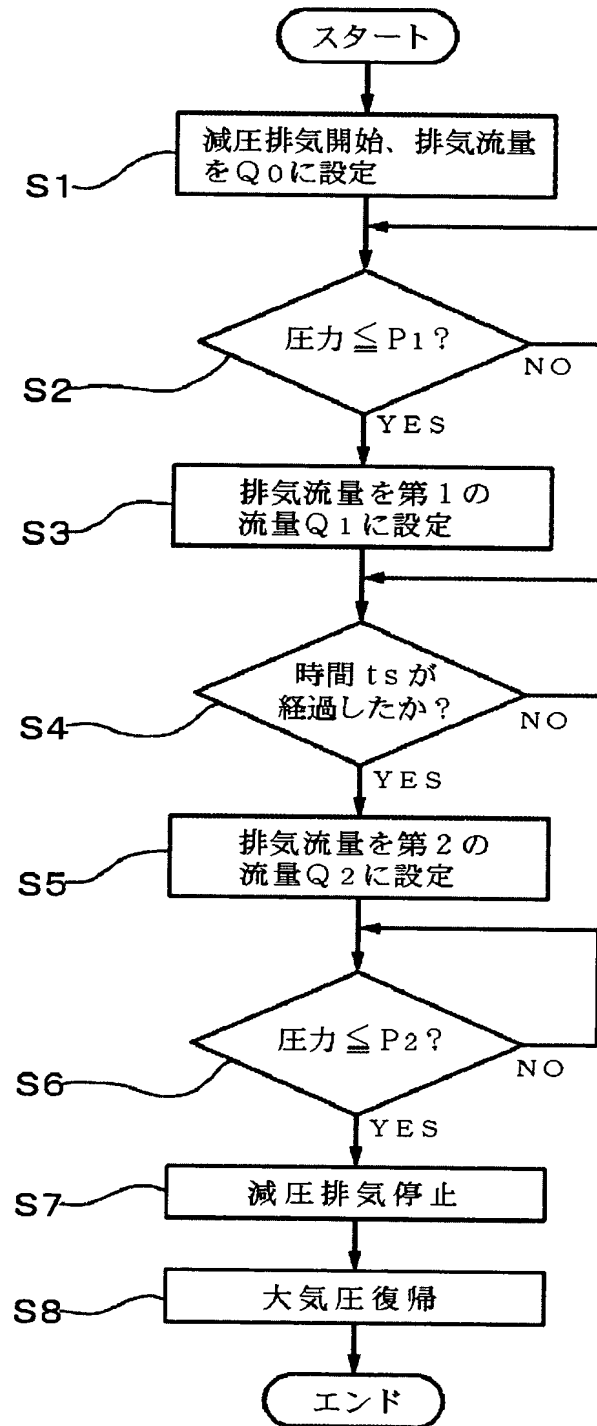
【図 3】



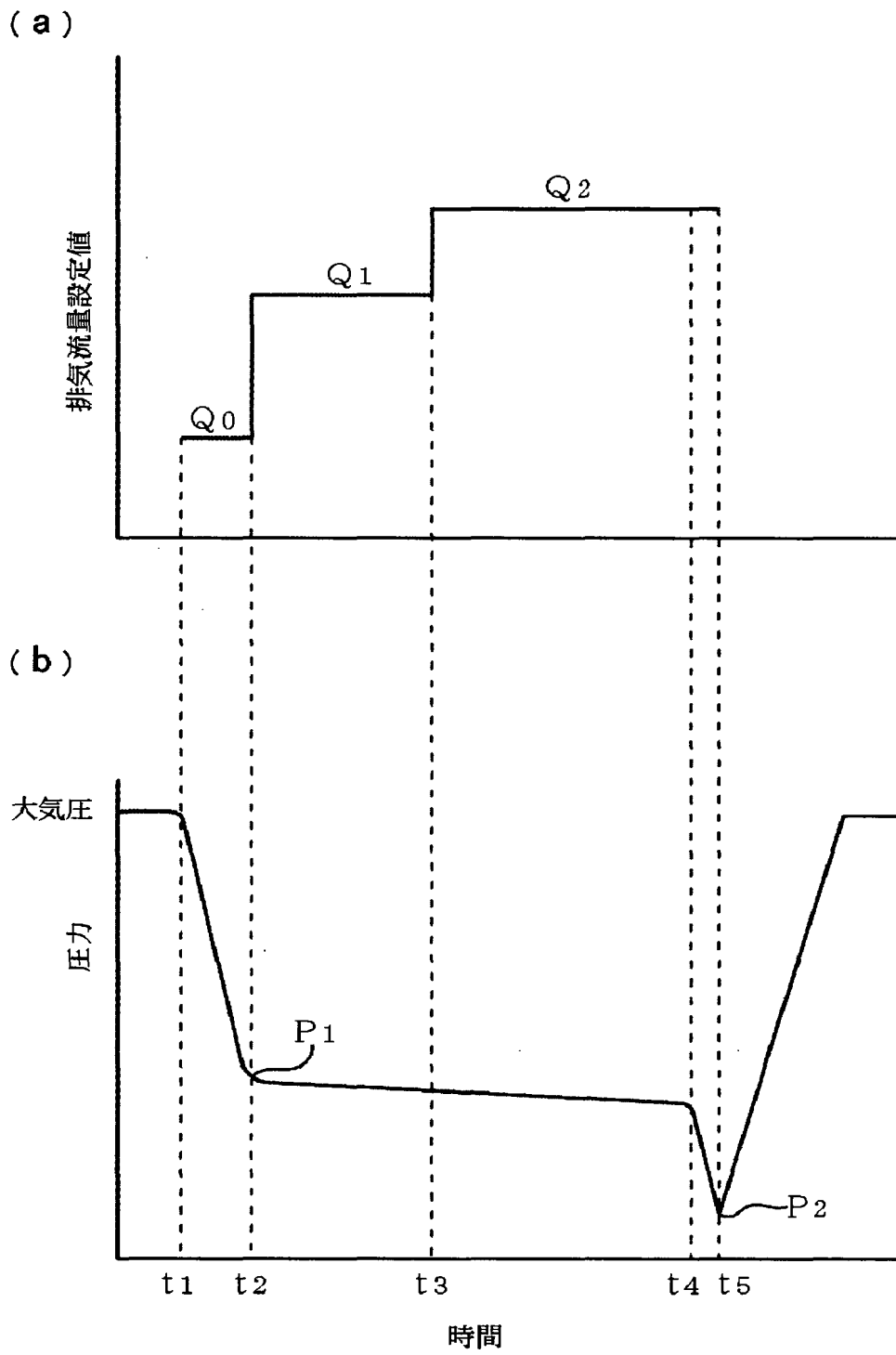
【図 4】



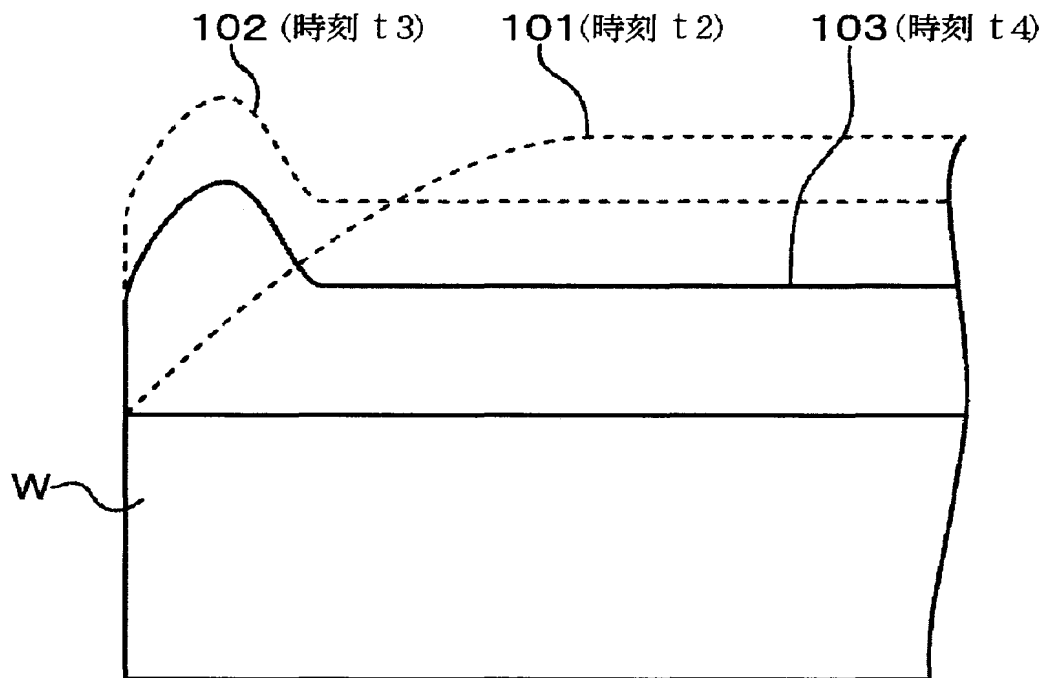
【図 5】



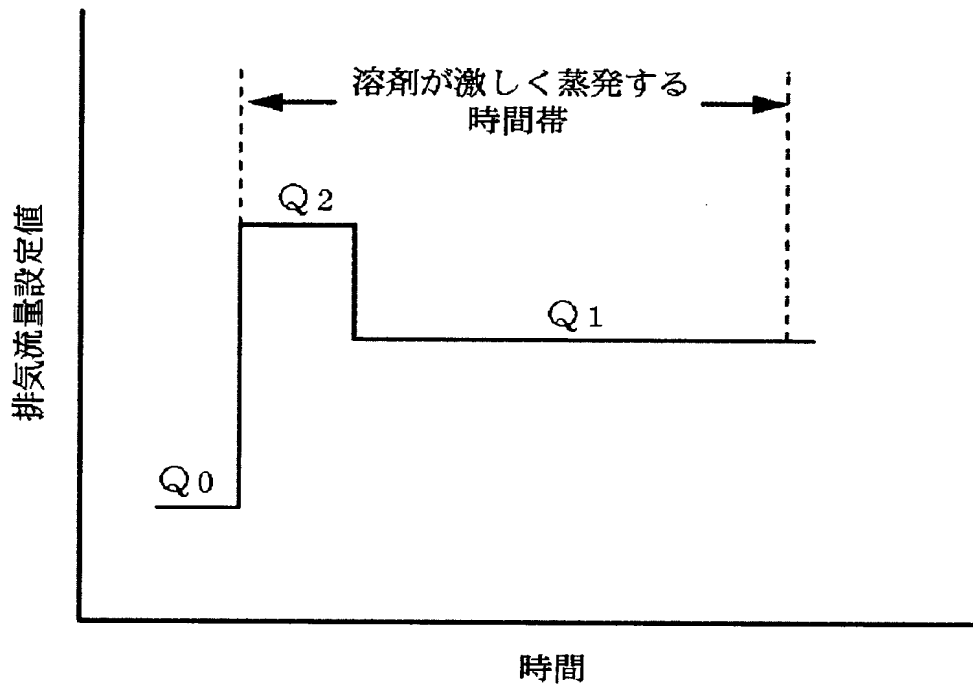
【図 6】



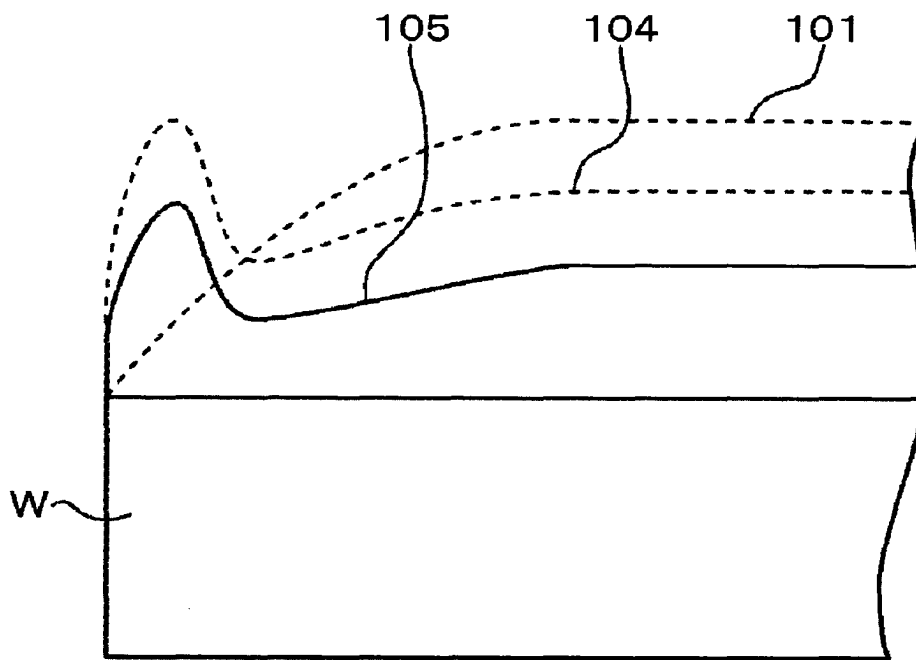
【図 7】



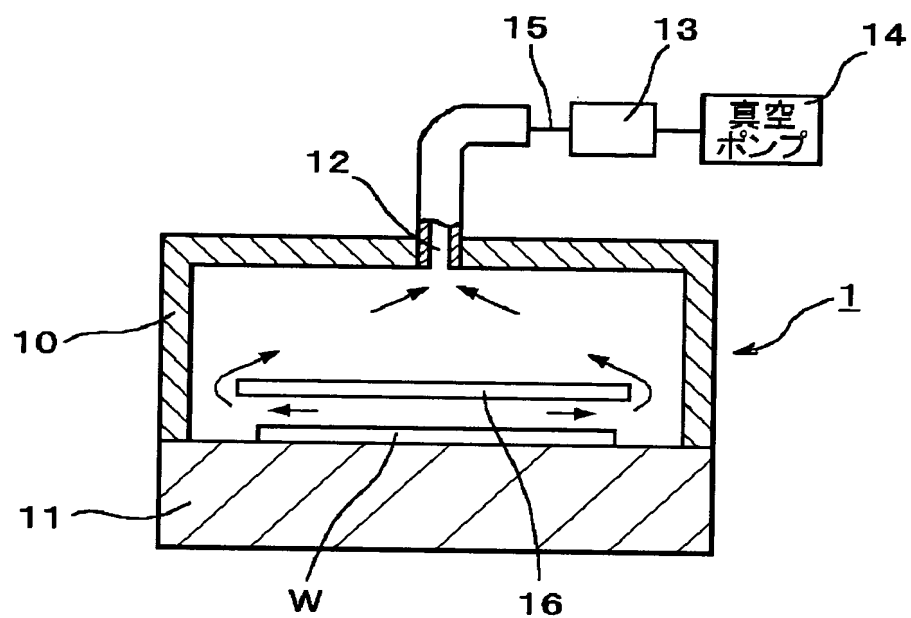
【図 8】



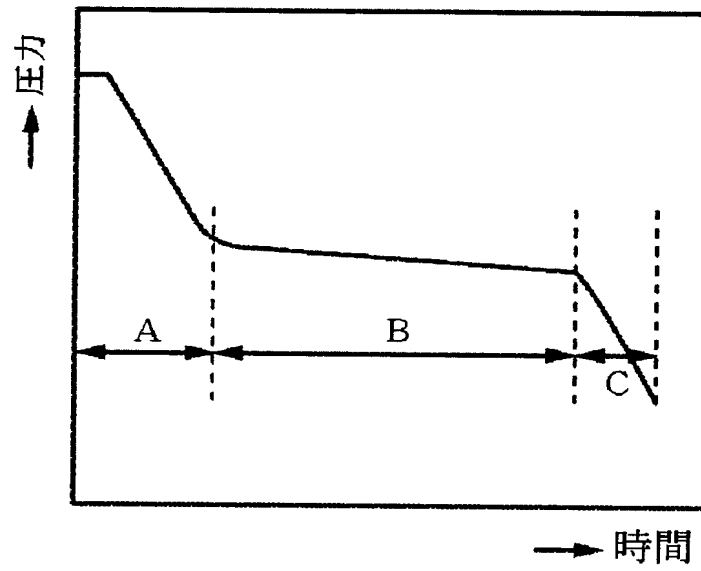
【図 9】



【図 1 0】

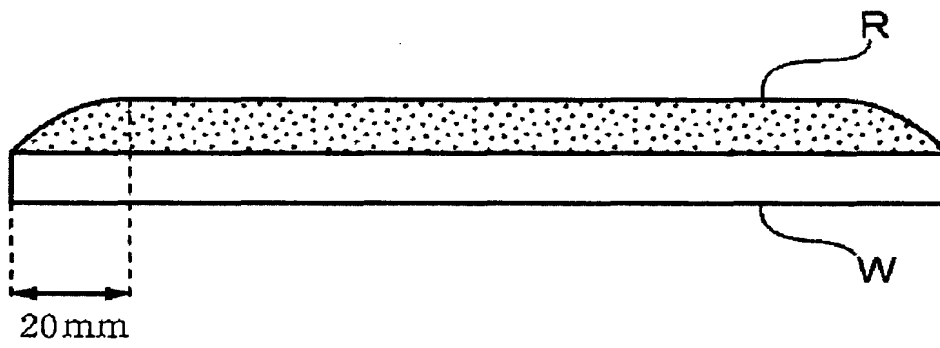


【図 1 1】

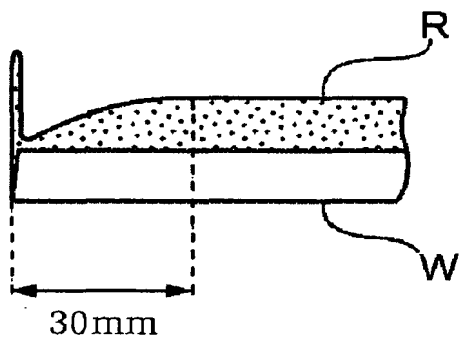


【図 1 2】

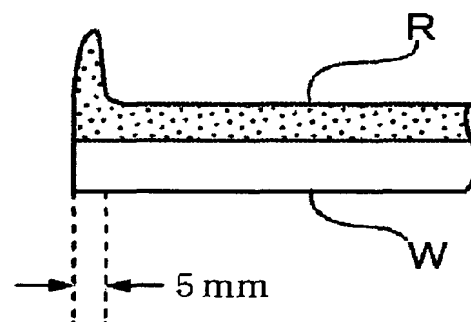
(a)



(b)



(c)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板に塗布されたレジスト液などの塗布液を減圧乾燥するにあたり、乾燥時間が長くても短くても周縁部の塗布膜の形状が悪化し、適切な排気流量の設定が難しい。

【解決手段】 気密容器内に基板を搬入した後、大気圧から例えば溶剤の蒸気圧よりも少し高い圧力まで減圧すると塗布液から溶剤が激しく蒸発する。この段階で先ず第 1 の流量設定値 Q_1 に基づいて排気し、途中で Q_1 よりも大きい第 2 の流量設定値に変える。 Q_1 で排気することにより周縁部の表面の丸みが補正され、次いで Q_2 に切り替えることにより溶剤成分の蒸発がより盛んに行われるが、既に溶剤がある程度蒸発して塗布液膜の流動性が少なくなっているので補正した形状を維持したまま蒸発させることができる。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社